

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR**

2016/2017



TII

**A AUTOPROTEÇÃO DAS AERONAVES DA FORÇA AÉREA E
QUALIFICAÇÃO DAS TRIPULAÇÕES**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**João Pedro Silva Boita
CAPITÃO, ENGEL**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**A AUTOPROTEÇÃO DAS AERONAVES DA FORÇA
AÉREA E QUALIFICAÇÃO DAS TRIPULAÇÕES**

CAPITÃO, ENGEL João Pedro Silva Boita

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 2016/2017

Pedrouços 2017



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

A AUTOPROTEÇÃO DAS AERONAVES DA FORÇA
AÉREA E QUALIFICAÇÃO DAS TRIPULAÇÕES

CAPITÃO, ENGEL João Pedro Silva Boita

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 2016/2017

Orientador: MAJ/ENGEL Nuno Miguel Rodrigues de Freitas

Pedrouços 2017



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, João Pedro Silva Boita, declaro por minha honra que o documento intitulado A autoproteção das aeronaves da Força Aérea e qualificação das tripulações corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do CPOS FA 2016/2017 no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, 26 de junho de 2017

João Pedro Silva Boita
CAP/ENGEL



Agradecimentos

É usual dizer-se que a Vida deve ser repleta de cor, colorida, porque doutra forma seria monótona, sem graça, até mesmo, porventura desinteressante. Só que a cor com a qual todos nós tentamos colorir a Vida, não é só de momentos alegres, felizes ou fáceis. A vivacidade da cor da nossa Vida depende, em parte dos momentos que ninguém gosta de ter, e que ninguém adivinha quando acontecem. São aqueles momentos que “puxam” por nós, difíceis, cheios de obstáculos, mas que nos fazem mostrar “a fibra de que somos feitos”.

Como seria impossível percorrer este caminho solitariamente aqui ficam os agradecimentos àqueles que de uma ou outra forma contribuíram para que se cumprisse mais uma etapa na minha carreira profissional. Desde já o meu sincero **obrigado!!!**

Em primeiro lugar agradecer ao meu orientador Major, Engenheiro Eletrotécnico Nuno Freitas pela disponibilidade, motivação e forma simples de ver os problemas deparados ao longo da elaboração deste trabalho.

À Major, Psicóloga Cristina Fachada que no meio da licença de maternidade, conseguiu sempre dar uma segunda opinião, na medida e momento certos, tendo sido uma grandiosa ajuda na elaboração deste trabalho.

A todos os entrevistados que demonstraram além da disponibilidade, também a motivação e interesse em fazer parte deste estudo: os Oficiais de Guerra Eletrónica de todas as esquadras da Força Aérea, sem exceção, Coronel, Navegador Carlos Páscoa, Tenente Coronel, Piloto-Aviador Afonso Gaiolas, Tenente Coronel, Piloto-Aviador João Rosa, Major, Piloto-Aviador Nuno Monteiro da Silva, aos respetivos Comandantes das esquadras 201 e 301 e aos oito pilotos que constituíram a amostra para este estudo, porque sem eles este trabalho não seria possível.

Ao Major, Engenheiro Eletrotécnico António Matos e aos militares colocados no Centro de Guerra Eletrónica pela disponibilidade demonstrada em esclarecer todas as questões relacionadas com a Guerra Eletrónica.

Aos camaradas de curso, porque afinal de contas todos juntos remamos melhor e mais longe do que sozinhos. Sem vocês, não era a mesma coisa!!

Aos meus pais pelos exemplos dados ao longo do meu crescimento e que apesar de estarem no outro lado do Atlântico, estiveram sempre no meu pensamento, principalmente nos momentos de maior dificuldade.

À minha mulher Rita, aos meus filhos Francisco, Constança, Madalena e ao nosso afilhado do coração Rúben que foram aqueles que mais sofreram com a minha ausência, mas



ao mesmo tempo estiveram sempre presentes, apoiando-me incondicionalmente. É a vós que dedico esta odisséia. Amo-vos!!



Índice

Introdução	1
1. Enquadramento teórico	4
1.1. Capacidade de sobrevivência e autoproteção da aeronave e a Guerra Eletrónica	4
1.2. A Guerra Eletrónica na Força Aérea	6
1.2.1. O Centro de Guerra Eletrónica	7
1.3. A exploração dos sistemas de GE na FA.....	9
1.4. Caracterização dos sistemas de GE no F-16MLU	11
2. Apresentação do estudo	16
2.1. Método: Participantes, Procedimento e Instrumentos de medida.....	16
2.2. Apresentação dos dados e discussão dos resultados.....	16
Conclusões	25
Bibliografia	30

Índice de Anexos

Anexo A – Espectro Eletromagnético	Anx A-1
Anexo B – O Sub Group 2	Anx B-1
Anexo C – Participação da FA nos trials EMBOW e MACE do SG2.....	Anx C-1
Anexo D – Missão do F-16MLU e respetivos elementos de missão	Anx D-1

Índice de Apêndices

Apêndice A – Mapa Concetual.....	Apd A-1
Apêndice B – Guião da entrevista semiestruturada utilizada no estudo	Apd B-1

Índice de Figuras

Figura 1 - Divisão da GE.....	5
Figura 2 – Organograma do CGE.....	8
Figura 3 - Diagrama de blocos dos sistemas de GE	11
Figura 4 - Sistema SPS-1000(V)5	13



Figura 5 - Sistema ACMDs	13
Figura 6 - Sistema AN/ALQ-131(V)2.....	14
Figura 7 - Sistema EWMS.....	14
Figura 8 – Distribuição das gamas de frequências ao longo do EEM.....	Anx A-1
Figura 9 - Exemplos de radares e respectiva gama de frequências de operação.....	Anx A-1

Índice de Quadros

Quadro 1 - Fatores incrementadores da capacidade de sobrevivência da aeronave.....	5
Quadro 2 - Sistemas de GE na FA.....	7
Quadro 3 - Sistemas de GE do F-16MLU e respectivas funções	12
Quadro 4 - Participação da FA em Trial MACE	Anx C-1
Quadro 5 - Participação da FA em Trial EMBOW	Anx C-1
Quadro 6 - Missão e Elementos de Missão do F-16MLU	Anx D-1
Quadro 7 - Mapa Concetual.....	Apd A-1

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Dados relativos ao indicador grau de proteção	17
Tabela 2 - Dados referentes ao indicador Atualizações	18
Tabela 3 - Dados referentes ao indicador Contramedidas	18
Tabela 4 – Dados relativos aos indicadores Fiabilidade.....	19
Tabela 5 - Dados relativos aos indicadores Prontidão.....	19
Tabela 6 - Dados referentes ao indicador Confiança nas LA/MDF	21
Tabela 7 - Dados referentes ao grau de adequação da formação em GE	22
Tabela 8 - Dados referentes ao indicador MCA 503-2.....	22
Tabela 9 – Grau de importância na participação em exercícios/trials de GE.....	23



Resumo

A recente participação da Força Aérea (FA) em cenários com ameaça real incita a que se reflita sobre a capacidade de autoproteção atual das aeronaves e na forma como são preparadas as tripulações e as plataformas. Os sistemas de Guerra Eletrônica (GE), como parte integrante da autoproteção, assumem um papel preponderante no domínio do Espectro Eletromagnético (EEM), o qual é explorado pelas ameaças Radio Frequência (RF) e Eletro-óticos (EO). A confiança das tripulações nos sistemas GE e a forma como são explorados são fatores chave, que, por isso, urge estudar.

O presente Trabalho de Investigação Individual (TII) debruçou-se sobre a percepção dos pilotos nos sistemas de GE, que equipam o Sistema de Armas (SA) F-16MLU, e sobre o impacto que a exploração atual dos mesmos, tem na sua confiança para operar em cenários com ameaça real. Assim, recorreu-se a uma estratégia quantitativa, através de um raciocínio hipotético-dedutivo, tendo a recolha de dados sido realizada através de entrevistas semiestruturadas. Os resultados obtidos demonstraram que a confiança dos pilotos na autoproteção está associada à sua percepção sobre o grau de proteção conferido pelos sistemas de GE na aeronave, contra as ameaças atuais e ao processo de exploração dos mesmos.

Palavras-chave

Autoproteção, Guerra Eletrônica, Exploração de sistemas de GE, Treino, Qualificação, Tripulações, Radiofrequência, Eletro-óticos, Força Aérea



Abstract

The recent involvement of the Portuguese Air Force (PTAF) in real threat scenarios calls for a reflection on the current PTAF aircraft's self-protection capability and how aircrews and platforms are prepared. Electronic Warfare (EW) systems as being part of self-protection suite, have a major role on the Electromagnetic Spectrum domain, that is exploited by RF and EO threats. The aircrew's confidence on EW systems and the way these systems are exploited are key factors with a special interest to be studied so that were used as guidelines for this investigation work.

This investigation was centered on the pilot's perception on the F-16MLU EW systems and about the impact created by the way EW systems are currently exploited on the pilot's confidence to operate at real threat scenarios. For this, a quantitative strategy was taken thru an hypothetic-deductive logic and the data collection was performed using semi-structured interviews. The results achieved showed that pilot's confidence is associated to their perception about EW systems protection level against current threats and to EW systems exploitation process.

Keywords

Airborne Self Protection, Electronic Warfare, EW systems exploitation, Training, Aircrews, Qualification, Radiofrequency, Electrooptical, Air Force



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AAM	<i>Air to Air Missile</i>
ACMDS	<i>Advanced Counter Measures Dispensing System</i>
ADX	<i>Air Defense All Weather</i>
BD	Base de Dados
BDGE	Base de Dados de Guerra Eletrónica
CA	Comando Aéreo
CEMFA	Chefe do Estado-Maior da Força Aérea
CFGE	Curso de Fundamentos de Guerra Electrónica
CGE	Centro de Guerra Eletrónica
CLAFA	Comando da Logística da Força Aérea
CM	Contra Medidas
CRC	Centro de Reporte e Controlo
CSAR	<i>Combat Search And Rescue</i>
CTSOGE	Centro de Tratamento <i>Software</i> Operacional de Guerra Electrónica
DEP	Direção de Engenharia e Programas
DIVOPS	Divisão de Operações
EA	<i>Electronic Attack</i>
ECM	<i>Electronic Counter Measures</i>
ED	<i>Electronic Defence</i>
EEM	Espectro EletroMagnético
EM	EletroMagnético(a)
ELINT	<i>ELectronic INTelligence</i>
EPM	<i>Electronic Protective Measures</i>
EO	Eletro-óticos
EOB	<i>Electronic Order of Battle</i>
ES	<i>Electronic Surveillance</i>
ESM	<i>Electronic Support Measures</i>
EW	<i>Electronic Warfare</i>
EWMS	<i>Electronic Warfare Management System</i>
EMFA	Estado-Maior da Força Aérea
EPAF	<i>European Participating Air Forces</i>
GE	Guerra Eletrónica



FA	Força Aérea
FBX	<i>Fighter Bomber All Weather</i>
FWIT	<i>Fighting Weapons Instructor Training</i>
H	Hipótese
HV	Horas de Voo
IESM	Instituto de Estudos Superiores Militares
IUM	Instituto Universitário Militar
IR	<i>Infrared</i>
IV	Infravermelhos
LA	Livraria de Ameaças
LWS	<i>Laser Warning System</i>
MANPAD	<i>Man Portable Air Defense System</i>
MDF	<i>Mission Data File</i>
MNFP	<i>Multi National Fighting Program</i>
MLU	<i>Mid Life Update</i>
MWS	<i>Missile Warning System</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NEDB	<i>NATO Emitter Data Base</i>
NEDBAG	<i>NEDB Advisory Group</i>
OBE	Ordem de Batalha Eletrónica
OE	Objetivos Específicos
OG	Objetivo Geral
OFP	<i>Operational Flight Program</i>
PD	Pergunta derivada
PP	Pergunta de Partida
PFM	<i>Pre-Flight Message</i>
RF	radiofrequência
RT	<i>Real Thaw</i>
RWR	<i>Radar Warning Receiver</i>
SA	Sistemas de Armas
SAM	<i>Surface to Air Missile</i>
TE	<i>Trial EMBOW</i>
TM	<i>Trial MACE</i>



TMDF

Tactical Mission Data File

TII

Trabalho de Investigação Individual



Introdução

“We needed it (EW) in 1999 as much as we needed it in previous conflicts – and we would likely need it as much, if not more, in the future.”
(Pitts, 2016)

A autoproteção das aeronaves é uma das áreas mais importantes durante a preparação das plataformas para missões operacionais. Independentemente da tipologia da missão, tenha esta um carácter ofensivo ou defensivo, de acordo com a NATO (2000, pp. 4-1), qualquer aeronave deve estar equipada com sistemas de autoproteção para que possa ter sucesso e acima de tudo, consiga sobreviver aos ambientes com ameaça real.

Os sistemas de autoproteção, em especial os ligados à GE, contribuem para a capacidade de sobrevivência da aeronave e respetiva tripulação. Estes sistemas procuram explorar o EEM eficazmente e negar o seu uso pelo adversário.

Sendo o domínio do EEM reconhecido pela NATO como um ambiente operacional, o sucesso das operações depende de fazer o uso mais eficaz do EEM ao mesmo tempo que se explora, previne ou reduz o seu uso ao adversário (NATO, 2008, p. 2).

A Força Aérea (FA) opera plataformas com GE desde o final da década de 70, contando, atualmente, com seis frotas equipadas com estes sistemas, cuja preparação é, essencialmente, realizada ao nível do *software*, que é desenvolvido pelo Centro de Guerra Eletrónica (CGE) (Freitas, et al., 2017).

A exploração do EEM, através do emprego medidas de suporte e/ou contramedidas eletrónicas (áreas da GE), tem sido experienciada, pelas tripulações nacionais em cenários tais como: Afeganistão (C-130H); Kosovo (F-16OCU); Golfo Pérsico (C-130H); Mali (C-130H e C-295M); Roménia (F-16MLU) e; Bálticos (F-16MLU). O reporte do SHAPE¹ é um exemplo deste facto: *“NATO radars detected and tracked [...] Russian [...] 2x MiG-31 Foxhound, 2x Su-34 Fullback, 1x Su-27 Flanker and 2x Su-24 Fencer jets. Portuguese F-16 Fighters [...] were scrambled [...] and the Russian aircraft returned to Russian airspace”* (SHAPE, 2014). Consequentemente, e estando em causa a sobrevivência da aeronave e respetiva tripulação, importa perceber qual o nível de confiança atual das tripulações face à autoproteção das aeronaves ao nível dos sistemas de GE e da sua exploração.

¹ SHAPE – Supreme Headquarters Allied Powers Europe



Assim, neste trabalho de investigação, o objeto de estudo é a exploração dos sistemas de GE. Não sendo possível incluir neste estudo todas as frotas da FA devido a limitações temporais, optou-se pela frota que mais explora os sistemas de GE, designadamente o F-16MLU. Esta frota possui sistemas de GE na sua configuração base, e que face à sua tipologia (aeronave de caça, cuja interação com ameaças faz parte da sua natureza), é-lhe inerente o frequente recurso a sistemas de GE.

O objetivo geral (OG) desta investigação será assim o de avaliar a confiança dos pilotos, com qualificação no F-16MLU, nos sistemas de autoproteção da aeronave ligados à GE. Um OG que se repercute em quatro objetivos específicos (OE), a saber: caracterizar os sistemas de GE do F-16MLU, analisar a forma como estes sistemas são explorados pelos pilotos, identificar o impacto percebido da sua operacionalidade no treino e qualificação do piloto, e analisar a relevância percebida destes sistemas em operações com ameaça real.

O procedimento metodológico utilizado é o método hipotético-dedutivo proposto por Quivy e Campenhout (2008), em conformidade com o IESM (2016), por meio de uma estratégia quantitativa, tendo sido o estudo de caso o desenho de pesquisa adotado. O percurso da investigação iniciou-se com a fase exploratória, onde foi feita alguma revisão bibliográfica por forma a enquadrar o tema e a consubstanciar os conceitos de capacidade de sobrevivência das aeronaves, de autoproteção e exploração dos sistemas de GE. As entrevistas exploratórias realizadas incidiram nos Oficiais de GE das esquadras, pilotos do F-16MLU com experiência na operação dos sistemas de GE, e especialistas na área da GE da FA. Neste enquadramento, a pergunta de partida (PP) que servirá de orientação a esta investigação é:

De que forma a confiança dos pilotos na autoproteção pode estar associada ao modo como são explorados os sistemas de GE do F-16MLU?

Por forma a sustentar a PP, derivam duas perguntas derivadas (PD) e respetivas hipóteses (H):

PD1: Será que os pilotos de F-16MLU percecionam que a autoproteção atual, ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais?

H1: Os pilotos de F-16MLU percecionam que a autoproteção atual, ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais.

PD2: Será que a atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real?



H2: A atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real.

A fase analítica obedecerá à recolha, organização e apresentação dos dados, de acordo com o mapa concetual (Apêndice A). Como técnicas de recolha de dados, serão utilizadas a entrevista semiestruturada e a análise documental. Na fase conclusiva proceder-se-á à avaliação e discussão dos resultados para testar as hipóteses e responder às perguntas (PD e PP).

Para além da presente introdução e, no final, das conclusões, o presente documento está ainda organizado em outros dois capítulos. O primeiro onde se faz o enquadramento teórico do tema, e sobre o estado atual da GE na FA. O segundo centra-se no estudo propriamente dito, desde a sua apresentação, passando pelo método usado e terminando na análise e validação dos dados por forma a responder à PP.



1. Enquadramento teórico

No presente capítulo será inicialmente feito um enquadramento teórico do tema, focado na relação existente entre a capacidade de sobrevivência e autoproteção da aeronave com a GE e de seguida sobre o estado atual da GE na FA. Finalmente serão tecidas as considerações mais relevantes sobre a metodologia de investigação seguida.

1.1. Capacidade de sobrevivência e autoproteção da aeronave e a Guerra Eletrónica

A autoproteção da aeronave contempla a existência de três tipos de subsistemas²: os subsistemas de aviso antecipado, os subsistemas de contramedidas (CM) e o armamento (NATO, 2000, pp. 7-1). Os dois primeiros estão geralmente associados aos sistemas de GE aos quais, vulgarmente se associa o conceito de autoproteção, sendo estes o foco central deste trabalho.

A autoproteção conferida pelos sistemas de GE a bordo da aeronave é baseada na exploração do EEM tal como definido pela doutrina NATO (2008, p. 3), que descreve a GE como sendo a ação militar que explora a energia EM, por forma a providenciar consciência situacional,³ e atingir efeitos ofensivos e defensivos contra as ameaças que operam também neste domínio, onde se incluem aeronaves inimigas, os *Surface Air Missiles* (SAM) que têm radares de radiofrequência (RF)⁴ associados, e os *Man Portable Air Defense System* (MANPAD) que exploram as radiações no domínio do EO do EEM.

Os sistemas de GE funcionam de acordo com as medidas eletrónicas que se pretendam aplicar e que podem ser as *Electronic Support Measures* (ESM), as *Electronic Counter Measures* (ECM) e as *Electronic Protective Measures* (EPM). Por sua vez os sistemas de GE agrupam-se em três áreas de atuação com a finalidade de dominar o EEM e negar o seu uso ao adversário: a *Electronic Surveillance* (ES), a *Electronic Defence* (ED) e o *Electronic Attack* (EA) (NATO, 2008, p. 3).

² A designação de subsistema é usada tendo em mente que os mesmos são parte de um sistema mais abrangente, neste caso a própria aeronave. Doravante serão designados por sistemas.

³ Tradução do autor do inglês *Situational Awareness*.

⁴ Ver Anexo A referente à divisão do EEM por bandas de frequência.



Figura 1 - Divisão da GE

Fonte: (Adaptado de NATO, 2000, pp. 1-3)

O conceito de capacidade de sobrevivência⁵ da aeronave está relacionado com a capacidade que a mesma tem de evitar ou suportar ambientes hostis criados pelo ser humano ou de carácter natural, tais como relâmpagos, colisões aéreas e quedas (Ball, 2003). Já Grant (1998) adota uma definição mais simplista, referindo-a como a capacidade da aeronave e respetiva tripulação cumprirem a missão incumbida e voltarem a “casa”.

O Quadro 1 reflete os fatores relacionados com a GE e com o treino e qualificação das tripulações que, segundo Ball (2003), tendem a aumentar a capacidade de sobrevivência da aeronave. Estes fatores estão concordantes com os requisitos que Kopp (1998, p. 83) define como essenciais na tipologia de missões de uma aeronave de caça.

Quadro 1 - Fatores incrementadores da capacidade de sobrevivência da aeronave.

Associados à GE		Associados ao treino e qualificação
<i>chaff and flares</i>	<i>Threat warning system</i>	<i>Crew situational awareness</i>
<i>On-board electronic attack equipment</i>	<i>Low signatures</i>	<i>Tactics</i>
<i>Stand-off electronic attack equipment</i>	<i>Antiradiation weapons</i>	<i>Crew training & proficiency</i>

Fonte: (Adaptado de Ball, 2003)

Com efeito, em cenários não permissivos onde a presença da ameaça é uma realidade, “os sistemas de autoproteção são essenciais e condição *sinequanon* para operar em qualquer ambiente operacional onde o emprego de aeronaves de combate seja necessário” (Silva, 2017). Gaiolas (2016) acrescenta que “a existência de sistemas de autoproteção e GE será condição essencial para a participação em qualquer missão e a sua ausência (ou deficiência), razão suficiente para o cancelamento de missões nestes teatros”.

A GE contribui assim para a capacidade de sobrevivência dos sistemas de armas onde estão instaladas através do controlo e manipulação do ambiente EM e negar ou limitar o seu uso por um adversário (Spezio, 2002).

⁵ Tradução do autor do inglês *Survivability*.



1.2. A Guerra Eletrónica na Força Aérea

A GE surge na FA no final da década de 70 com o A7-P que dispunha na sua configuração de um sistema de ESM e um de ECM.

No início dos anos 90 foi adquirido o sistema de ESM SPS-1000 para equipar a frota A7-P e, mais tarde, o C-130H, permitindo que as Livrarias de Ameaças (LA) passassem a ser reprogramadas na FA, algo que estava, anteriormente, a cargo da Força Aérea Americana.

Foi nesta altura que surgiu o Centro de Tratamento de *Software* Operacional de GE (CTSOGE) na FA, tendo como missão desenvolver as LA para o sistema SPS-1000 do A7-P, C-130H e mais tarde do *Alpha-Jet* (finais dos anos 90).

A FA contava também com uma aeronave C-212 *Aviocar* dedicada à GE, cuja missão principal era “executar missões de GE disponibilizando treino aos operadores das aeronaves e das estações radar acrescentando realidade aos exercícios”. Isto revelou-se importante pois permitiu experienciar o efeito da GE na sua operação (Páscoa, 2017).

O inventário de sistemas de GE na FA aumentou na primeira década do séc. XXI, decorrente dos programas de modernização e substituição de frotas, e com vista a cumprir com os requisitos preconizados pela NATO para a área da autoproteção.

À presente data, a FA tem a operar seis plataformas equipadas com sistemas de GE (Quadro 2): Alpha-Jet, C-130H, C-295M, EH-101, F-16MLU e P-3C CUP+.

A diversidade de sistemas enquadra-se em duas divisões da GE. Ao nível das ESM existem os: *Radar Warning Receivers* (RWR), *Missile Warning System* (MWS), e *Laser Warning System* (LWS); ao nível das ECM: empasteladores⁶ e os sistemas de *Chaff*⁷ e *flare*. A preparação destes sistemas incide no desenvolvimento de *software* operacional que se traduz nas LA e nas *Mission Data Files* (MDF). Estas designações serão melhor explicadas mais adiante neste trabalho.

⁶ Tradução do autor do inglês *jammer*.

⁷ Definido no AAP-6 (2013a, pp. 2-C-3).



Quadro 2 - Sistemas de GE na FA

Plataforma	Sistema de GE	Tipo	Área GE	SW Operacional
<i>Alpha-Jet</i>	SPS-1000	RWR	ESM	Sim
	AN/ALE-40	CM	ECM	Sim ⁸
C-130H	SPS-1000	RWR	ESM	Sim
	ACMDS	CM	ECM	Sim
	AN/AAR-54	MWS	ESM	Não
	AN/ALQ-131(V)2	<i>Jammer</i>	ECM	Sim
C-295M	SPS-1000(V)5	RWR	ESM	Sim
	AN/ALE-47	CM	ECM	Sim
	AN/AAR-54	MWS	ESM	Não
	AN/AN/ALQ-131(V)2	<i>Jammer</i>	ECM	Sim
EH-101	SG-2000	RWR	ESM	Sim
	AN/ALE-47	CM	ECM	Sim
	AN/AAR-54	MWS	ESM	Não
F-16MLU	SPS-1000(V)5	RWR	ESM	Sim
	ACMDS	CM	ECM	Sim
	AN/AN/ALQ-131(V)2	<i>Jammer</i>	ECM	Sim
P-3C CUP+	AN/ALR-97	RWR/ELINT ⁹	ESM	Sim
	AN/ALE-47	CM	ECM	Sim
	AN/AAR-4(V)2	MWS/LWS	ESM	Não

Fonte: (Autor, 2017)

1.2.1. O Centro de Guerra Eletrônica

O apoio na área da GE fornecido às esquadras é da responsabilidade do Centro de GE (CGE) da FA, na dependência da Direção de Engenharia e Programas (DEP) do Comando da Logística (CLAFA) e tem como missão “apoiar a exploração dos sistemas de Guerra Eletrônica dos diversos Sistemas de Armas na Força Aérea” (CLAFA, 2012). O CGE produz as LA e as MDF dependendo do sistema de GE em causa e consoante a Ordem de Batalha Eletrônica¹⁰ (OBE) de determinado cenário.

O CGE está organizado e dividido nas diferentes áreas de GE (Figura 2), existindo um responsável pela programação dos sistemas dessa área.

⁸ O ALE-40 era programado na própria aeronave mecanicamente por meio de um comutador dedicado.

⁹ ELINT – *Electronic Intelligence*

¹⁰ Tradução do inglês de *Electronic Order of Battle* (EOB). É a coleção de radares que estão associados aos sistemas de armas presentes em determinado cenário.

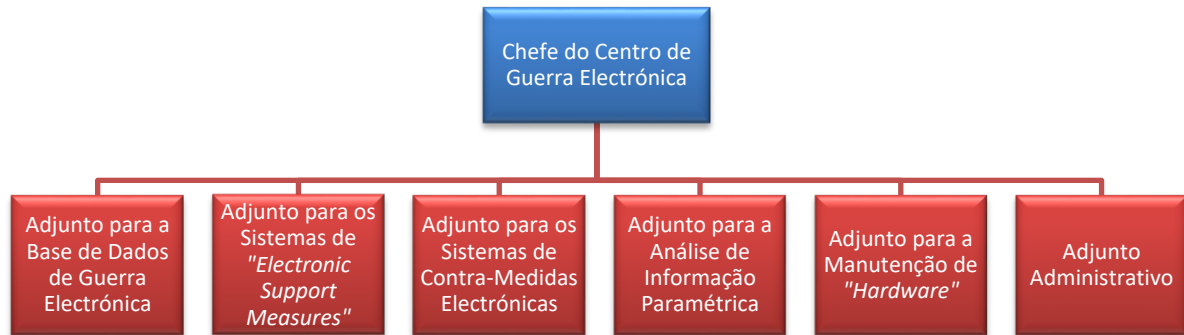


Figura 2 – Organograma do CGE

Fonte: (CLAFA, 2012)

De acordo com Matos (2017), chefe do CGE entre 2011 e 2016, “não é só a programação dos sistemas que consome tempo e outros recursos, os programas de aquisição e modernização também”. Por isso, “embora haja um responsável, ele não lida só com os equipamentos dessa área” porque as mesmas “não são estanques” e que, “na verdade, nos sistemas que têm mais solicitações há mais pessoal preparado para dar resposta às mesmas”, não obstante, defende que a chegada de novos elementos ao CGE era de todo desejável.

As Bases de Dados de GE (BDGE) são fundamentais no desenvolvimento do *software* operacional que é carregado nos sistemas de GE através das LA e MDF. Deste modo, a sua manutenção e atualização é essencial para garantir que se utilizam os dados mais atuais durante a programação dos sistemas.

O CGE assenta toda a produção de *software* operacional na BDGE nacional e na *NATO Emitter Data Base* (NEDB¹¹) (Freitas, et al., 2017).

Em relação à NEDB, cabe ao CGE representar a FA no *NEDB Advisory Group* (NEDBAG), distribuí-la e contribuir para a sua atualização (CLAFA, 2012, pp. 8-1).

De acordo com um dos elementos do CGE, o NEDB tem a vantagem de abranger um vasto número de emissores e plataformas associadas, mas, em inúmeros casos, a informação paramétrica é pouco definida ou precisa, gerando muitas ambiguidades indesejadas na identificação dos emissores intercetados (Freitas, et al., 2017).

A BDGE nacional é atualizada recorrendo à NEDB, publicações classificadas, trocas bilaterais com outros países, interceções realizadas pelos sistemas ESM em exercícios combinados e missões operacionais, e de troca de informação com a Marinha, ao abrigo do PARFAGE¹² (Matos, 2010).

¹¹ A NEDB é uma base de dados de emissores de não comunicações gerida pelo NEDBAG para a qual contribuem as nações da NATO.

¹² Protocolo entre a Armada e a Força Aérea no âmbito da Guerra Eletrónica.



Em relação aos sistemas de contramedidas e aos parâmetros necessários para a elaboração das rotinas e sequências de lançamento de *chaff* e/ou *flare*, não existe nenhuma Base de Dados específica. A informação usada na programação das MDF baseia-se, essencialmente, nos relatórios disponibilizados pelo *Sub Group 2* (SG2) da NATO (Anexo B) (Freitas, et al., 2017).

Importa ainda acrescentar que, no caso do sistema AN/ALQ-131(V)2, a MDF é desenvolvida pela Força Aérea Americana a partir de Bases de Dados (BD) americanas, cujos parâmetros estão vedados à FA, sendo apenas possível, na FA, reprogramar as técnicas de empastelamento (Freitas, et al., 2017).

1.3. A exploração dos sistemas de GE na FA

Este subcapítulo apresentará uma breve súmula acerca do estado atual sobre a exploração dos sistemas de GE na FA.

Neste trabalho o conceito de exploração é definido como todas as ações e atividades que permitam conhecer, estudar, operar e tirar o melhor partido dos sistemas de GE. Assim, a exploração dos sistemas de GE acontece em contexto de formação, de operação, no treino, em exercícios ou missões reais.

A formação de GE na FA depende muito do plano de qualificações das tripulações de cada esquadra, que se centram, essencialmente, em cursos teóricos acerca do funcionamento dos sistemas de GE. Fora deste contexto, o CGE leciona o Curso de Fundamentos de Guerra Eletrónica (CFGE) que está destinado a todos os elementos que venham a ter contacto com a GE como pilotos, navegadores, técnicos de manutenção, controladores e instrutores (Freitas, et al., 2017). O CFGE é considerado “um bom curso para formar a base de conhecimento para futuros Oficiais GE” (Silva, 2016).

Fora da FA, no *Fighting Weapons Instructor Training* (FWIT) e no *National Test Pilot School*, frequentados apenas por pilotos do F-16MLU, são lecionados alguns módulos específicos sobre a GE (Dias, 2017).

Em relação ao treino, a NATO refere que a responsabilidade de treinar as forças sob o seu comando é do *Joint Electronic Warfare Core Staff* (JEWCS). Todavia, o treino de cada indivíduo ou unidade, à escala nacional, é responsabilidade de cada nação (NATO, 2008, p. 8). O treino de GE das tripulações está enquadrado no seio das atividades de cada esquadra de voo e “diluído” ao longo do processo de qualificação das tripulações.

Na FA não existe nenhum exercício exclusivamente dedicado à GE, contudo, o *Real Thaw* (RT) tem sido o evento que maior oportunidade de treino nesta área tem permitido. De



acordo com o chefe da célula A7 no Comando Aéreo (CA), tem-se tentado trazer plataformas que permitam o treino dos operadores em ambiente de GE, nomeadamente a plataforma DA-20 que está equipada com vários sistemas de empastelamento que simulam o comportamento de algumas ameaças aéreas (Rosa, 2017).

Em relação ao treino contra sistemas de defesa aérea, os atuais, sob responsabilidade do Exército, estão desatualizados e, nalguns casos, inoperativos. No fundo, as restrições orçamentais dos últimos anos, têm limitado bastante a participação e o treino das frotas nacionais em exercícios específicos de GE (Rosa, 2017).

Ainda no âmbito do RT, fruto da participação de meios da Marinha, tem sido possível organizar pequenos exercícios, num regime de oportunidade e que são coordenados entre o CGE e o centro homólogo na Marinha, para treino de operadores e exploração dos sistemas de GE (Freitas, et al., 2017).

Em termos internacionais existem algumas carreiras de GE, com sistemas reais dedicados ao treino das tripulações. A *Multinational Aircrew Electronic Warfare Tactics Facility Polygone* (MAEWTF)¹³, é uma organização formada por três nações (Alemanha, Estados Unidos da América e França) dedicada ao treino das tripulações de plataformas aéreas (caças, aeronaves de transporte e helicópteros), focada na aplicação/operação dos sistemas de autoproteção contra sistemas de mísseis de RF e EO (Emig, 2013).

A *Spadeadam* é outra carreira de GE, da responsabilidade da *Royal Air Force* (RAF), e considerada a única na Europa onde as tripulações podem praticar táticas e manobras contra uma variedade de ameaças e alvos, atraindo plataformas aéreas da *Royal Air Force*, Exército e Marinha britânicos e forças da NATO (Henderson-Begg, 2017). A missão da *Spadeadam* é fornecer instalações de treino e GE de nível mundial e operacionalmente representativas para o pessoal militar britânico e aliado, onde e quando necessário (RAF, 2017).

Além destas organizações específicas e dedicadas ao treino das tripulações em ambiente de GE, existem ainda as séries *Trial EMBOW* (TE) e *Trial MACE* (TM), organizadas pelo SG2¹⁴ da NATO. Estes exercícios têm uma periodicidade anual e ocorrem alternadamente entre si. O TE é dedicado ao treino e avaliação dos sistemas de GE em ambiente com ameaça EO, enquanto o TM é dedicado à ameaça RF. A FA já participou nestes *trials*, no entanto - apesar da importância reconhecida em participar nestes eventos porque “o teste e validação da performance dos sistemas integrados na aeronave, em

¹³ Vulgarmente chamada de *Polygone range*.

¹⁴ Ver anexo B – Missão do SG2



Quadro 3 - Sistemas de GE do F-16MLU e respectivas funções

Sistema	Função
EWMS – ALQ-213	Sistema controlador e integrador
RWR – SPS-1000(V)5	Aviso antecipado de ameaças RF
ACMDS	Contramedidas para ameaças RF e EO
<i>Jammer</i> – AN/ALQ-131(V)2	Empastelamento a ameaças RF

Fonte: (Autor, 2017)

Face ao universo de missões previstas desempenhar pelo F-16MLU (Anexo D), “os sistemas de autoproteção e de GE fazem parte do Sistema de Armas F-16M, sendo imprescindíveis em todo o espectro de missões de combate, (ADX¹⁷/FBX¹⁸), que lhe possam estar atribuídas” (Gaiolas, 2016). Neste sentido, importa também salientar, que, consoante a porção do EEM (Anexo A), que é explorada pela ameaça (RF ou EO), existem sistemas específicos dentro das áreas da GE que desempenham ações concretas para dominar o EEM. Os parágrafos seguintes irão caracterizar de forma breve o modo de funcionamento dos sistemas de GE do F-16MLU face à ameaça RF e EO atual.

Em relação aos sistemas existentes no F-16MLU, e na área da ESM, existe o RWR SPS-1000(V)5, sistema concebido para a deteção, interceção e identificação de assinaturas radar associadas a ameaças RF (Adamy, 2004, p. 44).

O SPS-1000(V)5 é um sistema compacto e leve, de fabrico israelita, desenvolvido para um número alargado de aeronaves de caça, presentemente em operação e com capacidade de detetar, identificar e apresentar emissores que operem na frequência entre as bandas C e J (Anexo A), considerado, em 2010, um sistema *state-of-the-art* (Downs, 2010). Foi instalado no F-16MLU, em 2003, em substituição do RWR ALR-69 de fabrico americano. Uma das vantagens na aquisição deste sistema, em detrimento do anterior, foi a de permitir ser completamente reprogramável pela FA.

Na configuração anterior à MLU, o sistema ALR-69 era programado pela Força Aérea Americana ao abrigo de um contrato próprio, causando impacto na capacidade de resposta sempre que uma LA era solicitada (Freitas, et al., 2017).

Em relação à ameaça EO, o F-16MLU não “se encontra atualmente dotado de um sistema de aviso contra ameaças de superfície com guiamento passivo” (Silva, 2011).

¹⁷ ADX – *Air Defense All Weather*

¹⁸ FBX – *Fighter Bomber Attack All Weather*



Figura 4 - Sistema SPS-1000(V)5

Fonte: (Downs, 2010)

Em termos de ECM, o F-16MLU possui o *Advanced Counter Measures Dispensing System* (ACMDS) e o AN/ALQ-131(V)2.

O ACMDS é um sistema fabricado pela empresa dinamarquesa TERMA A/S. Este sistema foi concebido para “*coordinate, integrate, and operate expandable countermeasures*” (TERMA A/S, 2015) e permite o disparo de contramedidas de *chaff* contra as ameaças RF, isoladamente, ou combinado com *flare* no caso de ameaças EO. As sequências de disparo são definidas de acordo com a programação contida na MDF. A configuração nacional dispõe de quatro dispensadores e é única entre os EPAF¹⁹. A FA apenas dispõe de um tipo de *chaff* para fazer face aos radares associados às ameaças RF e de dois tipos de *flare* para contrariar o seguimento associado às ameaças EO.



Figura 5 - Sistema ACMDS

Fonte: TERMA A/S, 2015)

¹⁹ A configuração dos restantes países EPAF apresenta dois dispensadores de base, no entanto, nalguns países, são instalados *pylons* nas asas com três dispensadores cada, totalizando oito na aeronave (TERMA A/S, 2010).



O AN/ALQ-131(V)2 é um sistema ECM de empastelamento de radares, de origem americana, sendo considerado pelo fabricante “*the most successful ECM system ever built*” (NGC, 2017). Este sistema é originário da década de 80 e tem vindo a sofrer várias atualizações ao longo dos anos. É um sistema automático e foi concebido para fornecer cobertura avançada contra vários tipos de ameaças RF permitindo gerar uma multiplicidade de técnicas para degradar a operação dos radares associados a ameaças RF (Downs, 2010).



Figura 6 - Sistema AN/ALQ-131(V)2

Fonte: (NGC, 2017)

O *Electronic Warfare Management System* (EWMS) é também de fabrico dinamarquês e é um sistema que integra vários subsistemas num único sistema (TERMA A/S, 2012). O EWMS, por si só, não confere proteção contra nenhum tipo de ameaças RF ou EO, no entanto, como já referido a sua principal função é facilitar e integrar a informação de vários sistemas num só, eliminando a necessidade de existir uma caixa de controlo por cada sistema de GE instalado na aeronave (Freitas, et al., 2017).



Figura 7 - Sistema EWMS

Fonte: (TERMA A/S, 2015)



Sintetizando e olhando às áreas da GE, em relação à ESM, o F-16MLU possui sistemas contra a ameaça RF, ao contrário do que acontece a respeito da ameaça EO. Na área da ECM, o F-16MLU está munido de dois tipos sistemas de ECM (*chaff* e empastelador) contra a ameaça RF e de apenas um contra a ameaça EO, porém, usufrui de dois tipos de *flare*.



2. Apresentação do estudo

No presente capítulo é apresentado o método utilizado para este estudo, contemplando a caracterização dos participantes, o procedimento utilizado e a descrição dos instrumentos de medida utilizados. De seguida procede-se à apresentação dos dados e discussão dos resultados por forma a avaliar as H e PD e, por conseguinte, responder à PP.

2.1. Método: Participantes, Procedimento e Instrumentos de medida

Participantes. Os participantes (P) no estudo foram os pilotos operacionais de F-16MLU das Esquadras 201 e 301 considerados mais experientes, o que, de acordo com o MCA 503-2 VOL I (2015) são aqueles que detêm um mínimo de 500 horas de voo (HV) na versão MLU. No caso particular deste estudo, a experiência de voo dos participantes, oscila entre as 900 e as 1300 HV. Para além das HV, os participantes caracterizam-se, ainda, pelos seguintes parâmetros: qualificação atual (Piloto Instrutor, Cmdt. Esquadra em voo e Cmdt. Esquadrilha em voo), cursos e formações (*National Test Pilot School, Fighting Weapons Instructor Training, Tactical Leadership Program* e CFGE) e missões e exercícios em que tenham participado (*Loyal Arrow, Iceland Air Policing, Baltics Air Policing, Falcon Defense, Trident Juncture, Noble Arrow, Real Thaw, Bold Avenger, Tiger Meet, Frision Flag*). Com base nos critérios enunciados participaram oito pilotos de F-16MLU.

Procedimento. Os participantes foram previamente contactados pelo autor a fim de saber da sua disponibilidade para colaborar de forma voluntária no presente estudo. Foi-lhes salvaguardado o anonimato das respostas e todas as respostas de teor classificado foram tratadas como tal, não tendo sido discutidas neste trabalho por razões de classificação. Por último, os participantes responderam às questões por meio de uma entrevista semiestruturada elaborada pelo autor e desenvolvida no contexto face-a-face. Em alguns casos, fruto da indisponibilidade do autor ou de alguns participantes, a entrevista foi realizada por *email*. No final os dados das entrevistas foram validados pelos próprios.

Instrumento de medida. O instrumento de medida e de recolha de dados utilizado para este estudo foi a entrevista semiestruturada (Apêndice B) por “permitir obter informação mais precisa; permitir a quantificação e o tratamento dos dados” (IESM, 2016, p. 85). Constituída por 44 questões, 35 respondidas de forma livre e nove com recurso a uma Escala de *Likert* com cinco pontos.

2.2. Apresentação dos dados e discussão dos resultados

Neste subcapítulo serão apresentados os dados e discutidos os resultados culminando na avaliação das H às respetivas PD e consequentemente, a PP: “**De que forma a confiança**



dos pilotos na autoproteção pode estar associada ao modo como são explorados os sistemas de GE do F-16MLU?”.

Sistemas de GE - Dimensão técnica

Grau de proteção. Em relação ao grau de proteção a percepção é de insatisfação total (Tabela 1) relativamente à ameaça RF e EO. Sobre os sistemas de GE face à ameaça RF os participantes consideram os sistemas ESM e ECM “desatualizados e obsoletos quando comparados com a atualidade e face a ameaças mais desenvolvidas”. Mencionam a carência da tecnologia DRFM²⁰ nos sistemas atuais, relevante contra sistemas tecnologicamente mais evoluídos, e que contribui para a redução da vulnerabilidade da aeronave.

Tabela 1 - Dados relativos ao indicador grau de proteção

Indicador	Grau de Proteção				
	<i>Nada satisfeito</i>	<i>Pouco satisfeito</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Satisfeito</i>	<i>Muito satisfeito</i>
Ameaça RF	4 (50%)	4 (50%)	0	0	0
Ameaça EO	1 (12,5%)	7 (77,5%)	0	0	0

Fonte: (Autor, 2017)

De facto, contra ameaças RF que já utilizam radares AESA¹, a efetividade dos RWR tradicionais, no qual se insere o SPS-1000(V)5, decresce significativamente (NAWCWD, 2013), porém, nos cenários recentes onde o F-16MLU esteve a operar (Bálticos e Roménia) a ameaça conhecida não dispunha desta tecnologia (Freitas, et al., 2017).

Relativamente à ameaça EO, a insatisfação percecionada é justificada pelos participantes, essencialmente, devido ao “não investimento” num sistema MWS e no facto de apenas existirem quatro dispensadores de *flares* (que são também partilhados para a utilização de *chaff*).

Sabendo que a configuração nacional, entre os restantes pares da comunidade EPAF, é a que dispõe de um maior número de dispensadores (4 para 2), a referência a esta característica como aspeto associado à desconfiança, entende-se face às nações EPAF que dispõem dos *pylons* que incrementam o número de dispensadores. Em relação ao MWS, Silva (2011) infere que a instalação deste sistema permite otimizar a proteção do F-16 MLU e aumentar a consciência situacional dos pilotos, compreendendo-se, por oposição a desconfiança associada à ausência de um sistema MWS.

²⁰ DRFM – *Digital RF Memory*



Atualizações. O facto das atualizações estarem “focadas apenas na interface entre o sistema e o piloto (PVI²¹), não trazendo uma efetiva melhoria operacional em termos de capacidades”; por “nunca se terem feito atualizações a equipamentos (por exemplo, um POD de GE mais capaz, ou um RWR melhor)”; não se dispor “de um sistema MWS” e; pelo facto dos “AN/ALQ-131(V)2 não serem atualizados há muito tempo”, acabam por traduzir o grau de insatisfação da maioria dos participantes (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados referentes ao indicador Atualizações

Indicador	Atualizações (dos sistemas)			
<i>Nada satisfeito</i>	<i>Pouco satisfeito</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Satisfeito</i>	<i>Muito satisfeito</i>
1 (12,5%)	4 (50%)	0	3 (37,5%)	0

Fonte: (Autor, 2017)

A referência de alguns participantes à ausência de atualizações no sistema RWR, compreende-se pelo facto de não terem voado na versão anterior à MLU, porque, na passagem da versão OCU para a MLU, em 2004, o RWR foi atualizado. Todavia, é um facto que, desde então, apenas pequenas atualizações ao nível da *Operational Flight Program* (OFP) têm ocorrido (Freitas, et al., 2017).

Contramedidas. A maioria dos participantes considera as CM suficientes para a ameaça RF (Tabela 3). Os restantes consideram que, face às contramedidas existentes na FA, “as ameaças têm tido desenvolvimentos bem superiores ao *update* dos nossos sistemas”. É também salientado que o *chaff* tem sido uma “contramedida pouco testada nos últimos anos pelos países EPAF”.

Tabela 3 - Dados referentes ao indicador Contramedidas

Indicador	Contramedidas				
Ameaça RF	<i>Nada suficiente</i>	<i>Pouco suficiente</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Suficiente</i>	<i>Muito suficiente</i>
	1 (12,5%)	1 (12,5%)	0	6 (75%)	0
Ameaça EO	<i>Nada suficiente</i>	<i>Pouco suficiente</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Suficiente</i>	<i>Muito suficiente</i>
	0	4 (50%)	0	4 (50%)	0

Fonte: (Autor, 2017)

No domínio da ameaça EO os aspetos associados ao grau de insuficiência percecionado são a falta de “maior quantidade de *flares* espetrais com diferentes intensidades para ameaças mais avançadas” e a quantidade limitada de *flares* que se podem carregar na configuração nacional.

²¹ PVI – Pilot Vehicle Interface



Sistemas de GE - Dimensão Operacional

Fiabilidade. Todos os participantes mencionaram já ter experienciado avarias nos sistemas de GE (Tabela 4), com maior incidência no AN/ALQ-131(V)2 e no SPS-1000(V)5, sendo as mesmas comunicadas às equipas de manutenção após as missões. A causa das mesmas nem sempre foi dada a conhecer aos pilotos por parte das equipas de manutenção.

Tabela 4 – Dados relativos aos indicadores Fiabilidade

Indicador	Fiabilidade		
	<i>Nº de referências, por sistema, a falhas em voo</i>		
SPS-1000(V)5	AN/ALQ-131(V)2	ACMDS	EWMS
4	6	0	1

Fonte: (Autor, 2017)

Nenhum dos participantes revelou ter cancelado ou abortado uma missão em curso devido a falhas dos sistemas de GE ocorridas em voo em cenário real, contudo, em ambiente de treino dois participantes mencionaram ter já cancelado missões devido, fundamentalmente, a falhas nos sistemas SPS-1000(V)5 e AN/ALQ-131(V)2, condicionando bastante o treino. Um dos participantes acrescentou ainda que, apesar de nunca ter cancelado/abortado missões, já efetuou “muitas missões em que os equipamentos de GE não se encontravam completamente operacionais o que restringiu significativamente o treino”.

Prontidão. A maioria dos participantes referiu os sistemas AN/ALQ-131(V)2 e SPS-1000(V)5 como sendo os que apresentam maior índice de falta de prontidão (Tabela 5) com especial ênfase para a “quantidade irrisória que temos de AN/ALQ-131(V)2” (sete para um total de 34 aeronaves). Facto que pode motivar a não execução da missão, especialmente em missões reais.

Tabela 5 - Dados relativos aos indicadores Prontidão

Indicador	Prontidão		
	<i>Nº de referências aos sistemas com menor prontidão</i>		
SPS-1000(V)5	AN/ALQ-131(V)2	ACMDS	EWMS
1	4	0	0

Fonte: (Autor, 2017)

Avaliação da hipótese. Os dados obtidos **não validam** a H1, “os pilotos de F-16MLU percecionam que a autoproteção atual, ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais”, percecionando, pelo contrário, que a autoproteção atual **não é** adequada em nenhum tipo de tipologia de ameaça, existindo limitações em ambos os domínios.

Avaliação da PD1. Com base no estudo efetuado e não validação da H1, conclui-se, em resposta à PD1: *Será que os pilotos de F-16MLU percecionam que a autoproteção atual,*



ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais?, que face às limitações referidas pelos participantes sobre os sistemas de GE, persista um sentimento de desconfiança sobre a adequação dos sistemas de GE em relação às ameaças atuais (RF e EO).

No domínio da ameaça RF, o grau de proteção, a prontidão e a fiabilidade são os aspetos percecionados que criam maior desconforto nos participantes, devido aos problemas enunciados nos sistemas de ESM e de ECM. No domínio da ameaça EO, a ausência de um sistema MWS é o fator que cria maior desconfiança face ao grau de proteção contra este tipo de ameaça.

Pode ainda concluir-se que a ausência dos participantes em exercícios específicos de GE, com oportunidade de experienciar a performance real dos sistemas de GE, leve a que, apesar das limitações existentes, as quais se devem tentar colmatar, se percecione que os mesmos estão desadequados às ameaças atuais, não obstante a Divisão de Operações (DIVOPS) reconhecer que “é necessária uma atualização de todos os sistemas de guerra eletrónica para um padrão digital de processamento e resposta a ameaças, que possa fazer face aos novos desafios gerados pelos mais recentes avanços tecnológicos nesta área (sistemas de guiamento e *Air to Air Missiles* [AAM] e SAM) (Gaiolas, 2016).

Estando os dados assentes na perceção dos participantes, o real grau de adequação dos sistemas de GE face à ameaça atual (RF/EO) exigirá uma análise tecnicamente detalhada dos atuais sistemas de GE, mediante o catálogo de ameaças em causa e, idealmente em contexto de operação. Contudo, a perceção dos pilotos apurada dos dados obtidos é, por si só, motivo de reflexão.

Exploração dos sistemas de GE - Dimensão Técnica

Requisitos LA/MDF. À exceção de um participante, os restantes afirmaram que os requisitos são tecnicamente cumpridos. O participante discordante salientou que “existe uma lacuna em termos de informações acerca das ameaças” e que por isso os requisitos são parcialmente cumpridos. Foi também referido que seria desejável mais apoio presencial do CGE (...) para em conjunto com os oficiais de GE, elaborarem a MDF com mais detalhe e rigor. A falta de apoio do CGE nos momentos referidos justifica-se face ao quantitativo atual de pessoal no CGE, que é curto nas alturas de maior solicitação por parte das esquadras de voo como mencionado por Matos (2017).

Prazos de entrega. Todos os participantes afirmaram que os prazos de entrega das LA/MDF são cumpridos.



Confiança nas LA/MDF. Os participantes concordam que as LA/MDF recebidas têm a melhor qualidade possível de se obter, no entanto, a percepção existente acerca das BD utilizadas e sobre o quadro de pessoal atual do CGE (considerado insuficiente) traduz o nível de confiança parcial obtido (Tabela 6). Como referido no capítulo anterior as BD utilizadas pelo CGE são atualizadas regularmente, todavia, face à existência de novas ameaças é natural que, no imediato, não existam dados paramétricos que possam definir as respetivas assinaturas radar e, que, nesta base, nem todos os participantes sintam confiança total nas LA/MDF. Mais uma vez a irregularidade na participação em eventos que possam colocar à prova estes produtos operacionais, poderá estar também associada ao sentimento de desconfiança percecionado pelos participantes.

Tabela 6 - Dados referentes ao indicador Confiança nas LA/MDF

Confiança nas LA/MDF				
Indicador				
<i>Nenhuma confiança</i>	<i>Confiança parcial</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Bastante Confiança</i>	<i>Muita confiança</i>
0	5 (62,5%)	0	2 (25%)	1 (12,5%)
Nº de referências a fatores de desconfiança				
Bases de Dados		Qualificação dos elementos do CGE	Outro	
5		0	3	

Fonte: (Autor, 2017)

Apoio do CGE em missão. Todos os participantes referiram que o apoio do CGE em missão contribui bastante para a sua confiança em operar contra a ameaça real, embora alguns participantes tenham mencionado razões orçamentais, para justificar a ausência do CGE em algumas das missões experienciadas.

Exploração dos sistemas de GE - Dimensão Formativa

Cursos na área de GE. A maioria dos participantes mencionou ter frequentado cursos na área da GE. Um dos participantes referiu que, “durante os cursos no F-16MLU os pilotos recebem formação para a operação com os diversos sistemas de GE”. Foi ainda citado o CFGE ministrado pelo CGE, como requisito para se desempenhar as funções de Oficial de GE nas Esquadras e o módulo de GE ministrado no FWIT.

A maioria dos participantes refere que as formações estão adequadas para a compreensão e operação dos sistemas de GE (Tabela 7), contudo, um dos participantes considerou que, das formações recebidas, umas foram mais adequadas que outras e outro referiu que na Academia de Força Aérea deve haver um conhecimento mais aprofundado na área da GE.



Tabela 7 - Dados referentes ao grau de adequação da formação em GE

Indicador	Grau de adequação para a compreensão e operação dos sistemas de GE			
<i>Nada adequado</i>	<i>Pouco adequado</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Adequado</i>	<i>Muita adequado</i>
0	1 (12,5%)	1 (12,5%)	6 (75%)	0

Fonte: (Autor, 2017)

*Manual MCA 503-2 VOL I*²². A maioria dos participantes está satisfeita com o MCA 503-2 (Tabela 8), porém é mencionado pelos participantes “pouco satisfeitos” que o manual não contempla a participação em exercícios de teste e certificação de sistemas de GE. Acrescentando que “quando os sistemas em treino são reais o modo de operação é totalmente diferente”, exigindo “muito mais concentração nos detalhes e sistemas.

Tabela 8 - Dados referentes ao indicador MCA 503-2

Indicador	Satisfação face MCA 503-2 (Nº de missões de GE)			
<i>Nada satisfeito</i>	<i>Pouco satisfeito</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Satisfeito</i>	<i>Muito satisfeito</i>
0	3 (37,5%)	1 (12,5%)	4 (50%)	0

Fonte: (Autor, 2017)

Decorrente da análise documental realizada ao MCA 503-2, poucas missões estão dedicadas à GE. De acordo com Rosa (2017) esta situação está relacionada com os problemas de prontidão evidenciados nalguns sistemas de GE que tornam inviável criar mais missões de GE neste manual, com o risco de os pilotos nunca se qualificarem.

Exploração dos sistemas de GE - Dimensão Operacional

Exercícios nacionais. Seis participantes são unânimes ao mencionar que os exercícios atuais (RT, *Hot Blade*, etc) não potenciam a exploração dos sistemas de GE, porque não existem ameaças reais ou sistemas que simulem as características das ameaças reais ou porque existem limitações para se poder largar *chaff* e *flare* durante as missões sobre terra. Sobre os restantes participantes, um referiu que os exercícios nacionais potenciam parcialmente a exploração dos sistemas de GE e o outro aludiu à presença da plataforma DA-20 de GE nas edições recentes do RT.

Exercícios internacionais. O impacto da participação em *trials* da NATO ou em carreiras de GE como o *Polygone* ou a *Spadeadam*, na confiança do piloto nos sistemas de GE e em operar nos cenários com ameaça real é entendido como crucial por todos os participantes (Tabela 9). Na perceção dos participantes “a participação neste género de eventos permite validar as capacidades nacionais em termos de GE”, refletindo-se “na confiança sentida pelos pilotos neste equipamento” e que “só quando confrontados com este

²² Doravante designado por MCA 503-2.



tipo de ameaças é que [...] se pode tirar verdadeiramente proveito do *feedback* da equipa que se encontra no terreno”.

Tabela 9 – Grau de importância na participação em exercícios/trials de GE

Indicador	Participação em exercícios/trials de GE			
<i>Nada importante</i>	<i>Pouco importante</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Importante</i>	<i>Muito importante</i>
0	0	0	5 (62,5%)	3 (37,5%)

Fonte: (Autor, 2017)

A participação em exercícios de maior dimensão do tipo *Red Flag* ou *Green Flag* é vista por cinco dos participantes como uma mais valia visto que “ser confrontado com estas ameaças ou ler sobre elas não é a mesma coisa” e porque “têm de existir treinos onde os sistemas e piloto sejam sujeitos a realidades que quase pareçam reais de modo a aumentar o grau de confiança”, ou porque “a exposição a novas ameaças e desafios permite validar as táticas nacionais e a programação feita pelo CGE”.

Simulador. A maioria dos participantes mencionou que o “simulador se encontra desatualizado” (P3 e P7) porque “a versão atual do simulador não corresponde à versão do avião” (P1) e que “o simulador é muito limitado para treino de missões com cenários táticos” (P2), não havendo “capacidade de treino contra ameaças RF” (P2).

Avaliação da hipótese. Os dados obtidos **validam** a H2, “a atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real”.

Avaliação da PD2: Com base no estudo efetuado e validação da H2, conclui-se, em resposta à PD2: *Será que a atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real?* que o apoio técnico do CGE, quando em missão, a confiança nas LA/MDF e, principalmente, a participação em exercícios/trials de GE, são fatores que se associam à confiança para operar em cenários com ameaça real. A associação da dimensão formativa à confiança para operar em cenário real é menos evidente, porém, foi manifestado por alguns participantes o desejo de se incluírem no MCA 503-2, mais eventos que permitam “por à prova” os sistemas de GE e validar o *software* operacional (LA/MDF), o que, como se observou atua diretamente na confiança para operar em cenário com ameaça real.

Resposta à PP: *De que forma a confiança dos pilotos na autoproteção pode estar associada ao modo como são explorados os sistemas de GE do F-16MLU.* Tendo por base as evidências encontradas e aqui analisadas, tem-se que a confiança dos pilotos na autoproteção está associada à sua perceção sobre o grau de proteção conferido pelos sistemas



de GE na aeronave contra as ameaças atuais (RF e EO) e ao processo de exploração dos mesmos, desde a elaboração do *software* operacional, ao apoio técnico e à participação em exercícios dedicados onde os sistemas de GE possam ser “postos à prova”.



Conclusões

*“Se conheces o inimigo e te conheces a ti próprio,
não tens que temer o desenlace de cem batalhas.”*

(Sun Tzu, 2007)

A participação recente da FA em teatros de operação com ameaça real obriga a que se reflita sobre a autoproteção das aeronaves e sobre a preparação quer das tripulações quer dos sistemas de GE que equipam as plataformas. Sejam missões no âmbito da União Europeia ou da NATO, face à instabilidade em certas zonas do globo, o contacto com a ameaça real, no domínio da RF ou do EO, será sempre algo a considerar com bastante seriedade por parte das tripulações. Neste sentido, a capacidade de sobrevivência deverá ser garantida para que se cumpra a missão e se regresse a “casa” (Grant, 1998). Para isso, devem os sistemas de autoproteção da aeronave ao nível da GE fazer o uso mais efetivo do EEM ao mesmo tempo que se explora, previne e reduz o seu uso ao adversário. (NATO, 2008, p. 2).

A FA convive com sistemas de GE há três décadas, contando nas suas fileiras com seis frotas equipadas com estes sistemas para fazer face às ameaças RF e EO. Estando em causa a salvaguarda da aeronave e respetiva tripulação, importa aferir qual o nível de confiança das tripulações na autoproteção ao nível dos sistemas de GE.

Neste trabalho de investigação estudou-se a temática da autoproteção das aeronaves da FA e qualificação das tripulações, sendo a exploração dos sistemas de GE o seu objeto de estudo.

A investigação foi desenvolvida através de uma estratégia quantitativa seguindo um raciocínio hipotético-dedutivo proposto por Quivy e Campenhout (2008) e de acordo com IESM (2016) utilizando-se como desenho de pesquisa o Estudo de Caso.

O percurso metodológico seguiu três fases: exploratória/analítica e conclusiva, operacionalizadas em dois capítulos. Na fase exploratória, analisou-se o contexto atual do tema proposto, quer através de pesquisa bibliográfica, quer através de entrevistas exploratórias a militares com experiência na GE, levando à delimitação do tema e à definição dos conceitos estruturantes que serviram de base à investigação: autoproteção, capacidade de sobrevivência da aeronave e de exploração de sistemas de GE. O estudo ficou assim delimitado ao F-16MLU com o OG de avaliar a confiança dos pilotos, com qualificação no F-16MLU, nos sistemas de autoproteção da aeronave ligados à GE, alicerçado nos seguintes OE: caracterizar os sistemas de GE do F-16MLU, analisar a forma como estes sistemas são explorados pelos pilotos, identificar o impacto percebido da sua operacionalidade no treino



e qualificação do piloto e analisar a relevância percebida em operações com ameaça real.

Definiu-se deste modo a seguinte PP: **“De que forma a confiança dos pilotos na autoproteção pode estar associada ao modo como são explorados os sistemas de GE do F-16MLU?”** de que derivaram duas PD e respectivas H:

PD1: Será que os pilotos de F-16MLU percecionam que a autoproteção atual, ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais?

H1: Os pilotos de F-16MLU percecionam que a autoproteção atual, ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais.

PD2: Será que a atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real?

H2: A atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real.

Na fase analítica, e após desenvolvido o modelo de análise espelhado no mapa concetual em Apêndice A, foi realizada a recolha dos dados por meio de entrevistas semiestruturadas ao universo de pilotos de F-16MLU com elevada experiência na operação dos sistemas de GE e que permitiram verificar a validade as H.

Os dados recolhidos nas entrevistas semiestruturadas, permitiram mostrar que a H1 não é validada, ou seja, os pilotos percecionam que a autoproteção ao nível dos sistemas de GE não é adequada às ameaças atuais. Esta perceção foi, essencialmente, assente nas limitações dos sistemas ao nível do grau de proteção, fiabilidade e da prontidão. A inexistência de um sistema MWS para as ESM relativas às ameaças EO associa-se à insatisfação relativa ao grau de proteção contra esta tipologia de ameaça, tal como o obsolescência relativo aos sistemas ESM e ECM referentes no caso da ameaça RF. Não obstante a perceção negativa observada, esta poderá ter origem no facto dos participantes nunca terem participado em exercícios de GE com ameaça real, e de, em território nacional, não existirem oportunidades dedicadas à GE que possam por à prova os sistemas de GE. De qualquer modo, é um facto que, fruto da evolução tecnológica e com perspetivas de se manter o F-16MLU nas próximas duas décadas, será “necessária uma atualização de todos os sistemas de guerra eletrónica para um padrão digital de processamento [...] que possa fazer face aos novos desafios gerados pelos mais recentes avanços tecnológicos nesta área” (Gaiolas, 2016).

Tendo por base a validação da H2 concluiu-se que a confiança do piloto para operar em cenários com ameaça real está associada à exploração atual dos sistemas de GE na



dimensão técnica através do apoio técnico do CGE em missão e da confiança dos pilotos nas LA/MDF; na dimensão operacional através da participação em exercícios/*trials* que permitam a interação entre os sistemas e ameaças reais ou simuladas e; na dimensão formativa, que apesar de menos evidente, no que concerne ao MCA 503-2 VOL I, é identificado por alguns participantes o desejo de se contemplar neste manual um maior número de eventos dedicados à GE que permitam, uma vez mais a operação dos sistemas de GE em situações semelhantes à realidade, contribuindo para a confiança para operar em cenário com ameaça real.

No que concerne à PP conclui-se que, o ponto de partida para a confiança dos pilotos na autoproteção é a sua percepção acerca da adequabilidade dos sistemas de GE em relação à ameaça RF e EO atuais, não só em termos técnicos, mas também, em suficiência de inventário e variedade de contramedidas. Algo que poderá ser consolidado em situações onde os pilotos possam experienciar a performance real dos sistemas. Por outro lado, a forma como são explorados os sistemas de GE nas dimensões estudadas - técnica, formativa e operacional - associa-se à confiança do piloto para operar em cenário com ameaça real, tendo-se verificado limitações importantes ao nível das dimensões técnica e operacional. Deste modo conseguiu-se caracterizar os sistemas de GE no F-16MLU, perceber a sua relevância em operações com ameaça real, analisar a exploração dos mesmos pelos pilotos e perceber o impacto da sua operacionalidade no treino e qualificação do piloto, atingindo-se assim os OE propostos e consequentemente o OG desta investigação.

A maior limitação encontrada na presente investigação prende-se, desde logo, com a ténue fronteira entre matéria classificada e não classificada. Tratando-se de uma área muito sensível, em termos de capacidades e defesa, e tendo sido decidido que o trabalho não seria classificado, o tratamento de toda a informação orientou-se para a não exposição de eventuais vulnerabilidades nacionais ao nível da autoproteção das aeronaves, e também para a não especificação das ameaças atuais. No entanto, esta questão tende a esbater-se considerando que a pretensão do autor em aplicar o conhecimento aqui obtido numa *práxis* ulterior, foi atingida. A informação classificada que em sede de entrevista foi elencada, e que é compatível com a credenciação do autor, assim o permitirá.

A amostra de pilotos poderá ser também encarada como uma limitação, contudo, a seleção foi bastante criteriosa, tendo como fundamento a larga experiência em operar esta aeronave, e em especial os sistemas de GE. Poderia alargar-se o estudo ao universo inteiro de pilotos de F-16MLU, no entanto, não se optou por essa via devido ao risco de se obterem



resultados bastante díspares entre o universo de pilotos mais experiente (participantes no presente trabalho) e os menos experientes. Não obstante, poderá ser interessante propor-se um estudo comparativo entre estes dois universos. Também a recente saída de pilotos com elevada experiência fez com que não fosse possível aumentar a amostra de participantes com base nos critérios enunciados.

Dada a dimensão da amostra não se poderá generalizar os resultados a outras comunidades de pilotos que operem outras aeronaves ou mesmo à comunidade EPAF que opera a mesma configuração. Não obstante, ao nível da exploração, existem bastantes aspetos comuns, independentes, da frota em questão, desde que esteja equipada com sistemas de GE, tais como a formação, apoio de centros especializados e a participação em exercícios dedicados de GE, que como se concluiu, estão associados à confiança do piloto em operar em cenários com ameaça real.

Em termos de contributos, a presente investigação constitui uma mais-valia para sensibilizar a FA para a importância da autoproteção e dos sistemas de GE na capacidade de sobrevivência das aeronaves, nomeadamente os órgãos com responsabilidade na definição de requisitos de GE das aeronaves e na qualificação e treino das tripulações. Deste modo, deverão ser alvo de reflexão, os problemas ao nível dos sistemas de GE identificados no F-16MLU e ao nível da sua exploração, porventura semelhantes nas restantes frotas equipadas com GE, essenciais, para a confiança do piloto, na autoproteção e na operação em cenários com ameaça real. Acresce, o facto de não existir nenhum estudo deste género a nível nacional; dos pilotos percecionarem que a autoproteção face às ameaças atuais é desadequada; e da confiança dos pilotos em operar em cenários com ameaça real estar associada à exploração dos sistemas de GE.

Como rampa de lançamento para futuros trabalhos nesta área sugere-se, desde logo, um estudo às restantes frotas equipadas com sistemas de GE, por forma a perceber se o sentimento e confiança das tripulações é transversal à FA. Para isso, os resultados obtidos neste trabalho, nos aspetos comuns, poderão servir de referência. Outra área com potencial de investigação poderá ser a forma como se poderão otimizar os recursos materiais e humanos do CGE, para que a capacidade de resposta e apoio possa ser melhorada, mantendo-se o efetivo atual.

Pelo supradito, recomenda-se:

Ao Comando Aéreo, que:

- Planeie, dentro da disponibilidade financeira, a participação do F-16MLU em



trials ou em exercícios de GE;

- Avalie a possibilidade de visitar o MCA-503 por forma a incluir eventos que explorem os sistemas de GE contra ameaças reais/simuladas;

À Divisão de Operações, em colaboração com o CGE, que avalie as potencialidades dos atuais sistemas de GE do F-16MLU face às ameaças atuais;

Ao Centro de Guerra Eletrónica, que:

- Realize *briefings* de forma mais regular às Esqs^a 201 e 301 sobre as atuais capacidades dos sistemas de GE face à emergência de novas ameaças;

- Apoie de forma mais próxima a fase de teste e validação das LA.



Bibliografia

Adamy, D. L., 2004. *EW 102 - A Second Course in Electronic Warfare*. Boston: Artech House.

Ball, R. E., 2003. *The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design*. 2nd ed. s.l.:American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Bento, D., 2016. *Entrevista exploratória ao Of. Operações da ESQ 502* [Entrevista] (8 dezembro 2016).

CA, 2010. *MCA 503-3 - Procedimentos de operação do F-16M*. s.l.:Força Aérea - Comando Aéreo.

CA, 2015. *MCA 503-2 VOL I - Manual de Qualificação em F-16M*. 1ª ed. Monsanto: Força Aérea - Comando Aéreo.

CLAFA, 2012. *MCLAFA 305-5 Direção de Engenharia e Programas*. s.l.:CLAFA.

Dias, J., 2017. *Entrevista Exploratória ao Maj José Dias - Cmdt. ESQ 301* [Entrevista] (11 fevereiro 2017).

Downs, E., 2010. *Jane's Avionics 2010-2011*. 29th ed. Coulsdon: IHS Global Limited 2010.

EMGFA, 2016. *NAM (NATO Assurance Measures) - LITUÂNIA*. [Em linha] Disponível em: <http://www.emgfa.pt/pt/operacoes/missoes/namlituania> [Acedido em 05 Dez. 2016].

Emig, T., 2013. *Polygone - Simulated battle for survival*. [Em linha] Disponível em: <http://www.luftwaffe.de/> [Acedido em 12 Fev. 2017].

FAP, 2007. *Directiva N°7/2007 - Missão, Numeração e Distintivos das Unidades Aéreas*. Alfragide: EMFA/3ª Divisão.

FAP, 2012. *Plano de Desenvolvimento Sustentado Operacional 2012-18*, Alfragide: Força Aérea Portuguesa.

FAP, 2017. *Relatório de Gestão 2016*. [Em linha] Disponível em: https://www.emfa.pt/www/conteudos/galeria/info-fap/relatorio-gestao-2015_1684.pdf [Acedido em 20 Jun. 2017].

Freitas, N. et al., 2017. *Entrevista Exploratória aos militares do Centro de Guerra Eletrónica - Sistemas de GE na FA* [Entrevista] (04 maio 2017).



- Gaiolas, A., 2016. *Entrevista Exploratória ao TCOR Afonso Gaiolas Adj Sistemas Armas - DIVOPS* [Entrevista] (28 novembro 2016).
- Garcia, L., 2016. *Entrevista exploratória Oficial de GE da ESQ 601* [Entrevista] (2 dezembro 2016).
- Grant, R., 1998. *The Radar Game - Understanding Stealth and Aircraft Survivability*, Arlington: IRIS Independent Research.
- Guerra, I. C., 2006. *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo*. 1ª ed. Cascais: Princípia.
- Henderson-Begg, R., 2017. *Welcome to RAF Spadeadam*. [Em linha] Disponível em: <http://www.raf.mod.uk/rafspadeadam/> [Acedido em 12 Fev. 2017].
- Hilário, P., 2017. *Entrevista exploratória ao Cmdt. ESQ 201* [Entrevista] (27 fevereiro 2017).
- Hunter, J., 2010. *Jane's Aircraft Upgrades 2010-2011*. 18th ed. Coulsdon: IHS Global Limited.
- IESM, 2015b. *Regras de Apresentação e Referenciação para os Trabalhos Escritos a realizar no IESM - NEP / ACA 018*. Lisboa: IESM.
- IESM, 2015c. *Trabalhos de Investigação - NEP / ACA - 10*. Lisboa: IESM.
- IESM, 2016. *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação*. Lisboa: s.n.
- Kopp, C. & Goon, P., 1998. *Defence Annual Report 2002-03 Analysis III. The 1998 F-18 Replacement Study*. 2004 ed. Canberra: s.n.
- Marques, A., 2007. *Gestão e Manutenção de "Software" Operacional*. Lisboa: IESM.
- Matos, A., 2010. *Bases de Dados de Guerra Eletrónica e Livraria de Ameaças num Teatro de Operações*. Pedrouços: IESM.
- Matos, A., 2017. *Entrevista Exploratória - Chefe CGE 2010-16* [Entrevista] (06 janeiro 2017).
- NATO, 2000. *ATP-44(C) Electronic Warfare in Air Operations 2000*. s.l.:NEWAC.
- NATO, 2004. *Summary of EMBOW Trials*, Bruxelas: NAFAG/ACG3/SG2.
- NATO, 2008. *MC 0064/10 NATO ELECTRONIC WARFARE (EW) POLICY*. s.l.:NATO.



NATO, 2010. *AJP-3.3.1 - ALLIED JOINT DOCTRINE FOR COUNTER-AIR*. B ed. s.l.:NATO Standardization Agency.

NATO, 2010a. *Summary of MACE Trials*, Brussels: NAFAG/ACG3/SG2.

NATO, 2013a. *NATO Glossary Terms - AAP-6*. s.l.:NATO Standardization Agency.

NATO, 2013. *NATO Trial EMBOW XIV - Trial Instruction and Trial Specification*, Biscarrosse: NATO.

NATO, 2014. *SG2 - Terms of Reference*. Bruxelas: NATO.

NAWCWD, 2013. *Electronic Warfare and Radar Systems Engineering Handbook*. 4ª ed. California: NAVAL AIR WARFARE CENTER WEAPONS DIVISION.

NGC, 2017. *AN/ALQ-131(V) ECM Pod*. [Em linha] Disponível em: <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/ANALQ131/Pages/default.aspx> [Acedido em 25 Jun. 2017].

Páscoa, C., 2017. *Entrevista Exploratória - Os primórdios da GE na FA* [Entrevista] (15 fevereiro 2017).

Pitts, J., 2016. Interview US Rep. Joe Pitts. *The Journal of Electronic Defense*, 39(12), pp. 34-36.

Quivy, R. & Campenhout, L., 2008. *Manual de investigação em ciências sociais*. 5ª ed. ed. Lisboa: Gradiva.

RAF, 2017. *RAF SPADEADAM MISSION*. [Em linha] Disponível em: <http://www.raf.mod.uk/rafspadeadam/aboutus/Mission.cfm> [Acedido em 12 Fev. 2017].

Rocha, R., 2016. *Entrevista exploratória ao Oficial de GE ESQ 502* [Entrevista] (8 dezembro 2016).

Rosa, J., 2017. *Entrevista Exploratória ao TCOR João Rosa da CA/A7* [Entrevista] (27 abril 2017).

Rosa, J. V., 2016. F-16 75000 horas ao serviço da Força Aérea Portuguesa. *Revista Mais Alto*, Janeiro/Fevereiro, Issue 419, pp. 4-12.

Santos, P., 2002. *A Guerra Electrónica no apoio ao sistema de Forças Nacional/Exército*. Lisboa: IESM.



SHAPE, 2014. *NATO Tracks Large-Scale Russian Air Activity in Europe*. [Em linha] Disponível em: <http://www.shape.nato.int/nato-tracks-largescale-russian-air-activity-in-europe> [Acedido em 5 Dez. 2016].

Silva, M., 2011. *Exploração e domínio do espectro electromagnético*. Lisboa: IESM.

Silva, N., 2017. *Entrevista Exploratória ao Maj Monteiro da Silva* [Entrevista] (23 fevereiro 2017).

Silva, R., 2016. *Entrevista Exploratória ao Oficial de GE da ESQ 201* [Entrevista] (7 dezembro. 2016).

Spezio, A. E., 2002. Electronic Warfare Systems. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Março, pp. 633-644.

Streetly, M., 1988. *Airborne Electronic Warfare History, Techniques and Tactics*. London: Jane's Publishing.

TERMA A/S, 2010. *PyLoN bASED EW SoLUTIoNS; PRoVEN AND INTEgRATED*. [Em linha] Disponível em: https://www.terma.com/media/105019/4868_pbl_pylon_screen.pdf [Acedido em 13 Jun. 2017].

TERMA A/S, 2012. *ELECTRONIC WARFARE MANAGEMENT SYSTEMS*. [Em linha] Disponível em: <https://www.terma.com/defense/aircraft-survivability-equipment/electronic-warfare-management-systems/> [Acedido em 13 Abr. 2017].

TERMA A/S, 2015. *Advanced Counter Measures Dispensing System*. [Em linha] Disponível em: https://www.terma.com/media/291446/advanced_countermeasures_dispenser_system.pdf [Acedido em 25 Jun. 2017].

TERMA A/S, 2015. *ALQ-213(V) Electronic Warfare Management System*. [Em linha] Disponível em: [https://www.terma.com/media/364555/alq-213\(v\)%20electronic%20warfare%20management%20unit.pdf](https://www.terma.com/media/364555/alq-213(v)%20electronic%20warfare%20management%20unit.pdf) [Acedido em 24 Jun. 2017].

TERMA A/S, 2015a. *P07C System Operation Description*. Aahrus: TERMA.

Tzu, S., 2007. *A Arte da Guerra*. 1ª ed. Lisboa: Edições Sílabo.

Wolff, C., s.d. *Waves and Frequency Ranges*. [Em linha] Disponível em: <http://www.radartutorial.eu/> [Acedido em 3 Dez. 2017].



Anexo A – Espectro Eletromagnético

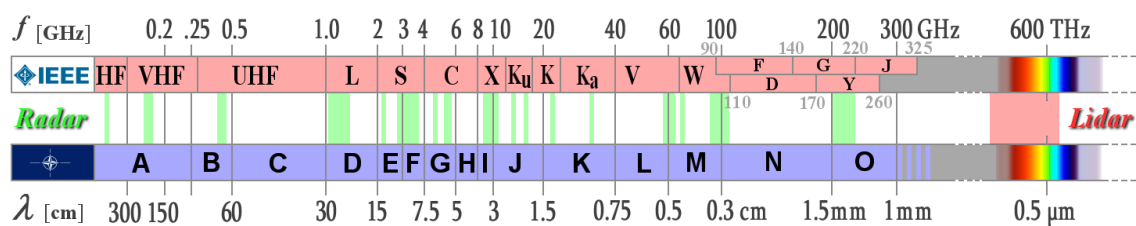


Figura 8 – Distribuição das gamas de frequências ao longo do EEM

Fonte: (Wolff, s.d.)



Figura 9 - Exemplos de radares e respectiva gama de frequências de operação

Fonte: (Wolff, s.d.)



Anexo B – O Sub Group 2

Origem e fundação (NATO, 2013a)

In 1977, the NATO Air Forces Armament Group (NAFAG) directed its Air Capability Group III (ACG3) which is responsible for "Survivability", to promote increased cooperation between NATO nations in EW research and development. A major aim of the program was to improve the interoperability and standardisation in the use of chaff and Infra-Red (IR) decoy flares among NATO air forces. The ensuing program was conducted under the auspices of Sub-Group 2 (SG2) of ACG3 responsible for "EW Self-Protection Measures for Tactical Aircraft". A series of trials evolved under a so-called closed-budget principle i.e. each participating nation would fund both its own involvement and any resources it offered for the trial. SG2 funding was provided to contribute to the costs of reporting and/or the development of trial databases. Recently efforts are being deployed by the SG2 to obtain external NATO funding for the procurement of costly trial assets such as infra-red missile seekers or trial costs that are beyond the SG2 budgets and that fall outside the normal/fair scope of a "national contribution".

The trials consisted of 'building blocks' starting with basic measurements supporting the understanding of the principle mechanisms of chaff and flare effectiveness and with development developing into guidelines for use under operational or tactical conditions. Initial priority and emphasis were given to chaff trials under the code-name "Mace", later IR decoy flare trials were introduced under the code-name "EMBOW".

Missão do SG2 (NATO, 2014)

The mission of Sub-Group 2 on Electronic Warfare (EW) Self-Protection Measures for Joint Services Airborne Assets (SG/2) is to enhance the ability of NATO Nations to meet the requirements for EW Protection Measures for Aircraft, Helicopter and Unmanned Aerial Systems (UAS). This mission is accomplished by the promotion of co-operation among NATO member and Partner Nations in trials and measurements related to the protection of joint services airborne assets. As appropriate, findings and recommendations developed by SG/2 will be forwarded through Aerospace Capability Group 3 on Survivability (ACG 3) to appropriate NATO bodies for their consideration.



Anexo C – Participação da FA nos *trials* EMBOW e MACE do SG2

Quadro 4 - Participação da FA em Trial MACE

Trial MACE		
Ano / Trial #	Frota	Observações
1990 / TM VI	A-7P	Medição da RCS
1992 / TM VII		Operação com AN/ALQ-131(V)2 e ALE-40
1995 / TM VIII		
1997 / TM IX	C-130H	Operação com SPS-1000, AN/ALQ-131(V)2 e ACMDS
2000 / TM X		

Fonte: (NATO, 2010a)

Quadro 5 - Participação da FA em Trial EMBOW



Trial EMBOW		
Ano / Trial #	Frota	Observações
1988 / TE IV	A-7P	Avaliação de rotinas
1996 / TE VII	-	Participação como observador
1998 / TE VIII	C-130H	Avaliação de rotinas
2002 / TE IX	-	Participação como observador
2007 / TE XI	C-295M (ESP)	Participação como observador
2008 / Welsh Rider	C-130H	Avaliação de rotinas Avaliação de rotinas mista
2009 / TE XII	F-16MLU (EPAF)	Avaliação de rotinas mista

Fonte: (NATO, 2004)



Anexo D – Missão do F-16MLU e respetivos elementos de missão

Quadro 6 - Missão e Elementos de Missão do F-16MLU

Número	Identificação	Missão	Elementos da missão
201	 Falcões	Executar operações de Defesa Aérea e de Ataque Convencional.	<ul style="list-style-type: none">• Operações de Luta Aérea Defensiva;• Operações de Luta Aérea Ofensiva, exceto <i>Supression of Enemy Air Defences</i> (SEAD);• Operações de <i>Anti-Surface Force Air Operations</i> (ASFAO) em todo o espectro (AI, CAS, ASuW) – exceto ASW.
301	 Jaguares		

Fonte: (Adaptado de FAP, 2007)

Apêndice A – Mapa Concetual

Quadro 7 - Mapa Concetual

Pergunta de Partida	Perguntas Derivadas	Hipóteses	Conceitos	Dimensões	Indicador
De que forma a confiança dos pilotos na autoproteção pode estar associada ao modo como são explorados e mantidos os sistemas de GE do F-16MLU?	PD1: Será que os pilotos de F-16MLU percebem que a autoproteção atual, ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais?	H1: Os pilotos de F-16MLU percebem que a autoproteção atual, ao nível dos sistemas de GE, é adequada às ameaças atuais.	Autoproteção (Sistemas de GE)	Técnica	Grau de Proteção
					Atualizações (HW e SW)
					Contramedidas
				Operacional	Fiabilidade
					Prontidão
	PD2: Será que a atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real?	H2: A atual exploração dos sistemas de GE pelos pilotos de F-16MLU está associada à sua confiança para operar em cenários com ameaça real.	Exploração (dos sistemas GE)	Técnica	Requisitos LA/MDF
					Prazos Entrega LA/MDF
					Confiança nas LA/MDF
					Apoio CGE em missão
				Formativa	Formação de GE (percurso como piloto)
					MCA 503
				Operacional	Exercícios nacionais
					Exercícios internacionais
					Simulador de GE

Fonte: (Autor, 2017)

Apêndice B – Guião da entrevista semiestruturada utilizada no estudo

A presente entrevista semiestruturada insere-se no Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior 2016/17 do CAP/ENGEL João Boita, e está subentendido ao tema:

A autoproteção das aeronaves da FA e qualificação das tripulações.

As suas respostas – fundamentais para a boa prossecução desta investigação –, serão confidenciais.

1. Dados pessoais:

- a. Quantas horas de voo possui no F-16 e na configuração MLU?*
- b. Qual a sua qualificação de acordo com o MCA-503-2 (Manual Qualificação em F-16M)? Se for Oficial de GE indique p.f..*
- c. Possui outros cursos relevantes relacionados com a aplicação da Guerra Eletrónica (GE)?*
- d. Já participou em missões/exercícios internacionais? Quais? O cenário em questão tinha ameaça real?*

2. Importância da autoproteção no F-16MLU e impacto na confiança do piloto

- a. Porque é que a autoproteção, e em particular os sistemas de GE, é importante no F-16MLU?*
- b. Em sua opinião, no F-16MLU, os sistemas de GE, são considerados críticos para o desempenho da missão? Porquê?*
- c. Na sua opinião, que fatores contribuem, na sua opinião, para a confiança nos sistemas de GE e, em última instância, para a operação contra ameaças reais?*
- d. Sendo a autoproteção, em particular a GE, uma das áreas mais importantes para o aumento da capacidade de sobrevivência da aeronave, que requisitos considera:*
 - i. Essenciais existirem nos sistemas de GE;*

- ii. Contribuírem, à partida, para a confiança do piloto em operar contra a ameaça real?

3. Sistemas de GE no F-16MLU

3.1 Grau de proteção

- a. Na sua percepção, e utilizando a escala abaixo indicada, classifique o grau de proteção que os sistemas de GE atualmente instalados no F-16MLU garantem contra as ameaças atuais, RF e EO:

- i. Ameaça RF:

1	2	3	4	5
Nada satisfeito	Pouco satisfeito	Indiferente	Satisfeito	Muito satisfeito

- ii. Ameaça EO:

1	2	3	4	5
Nada satisfeito	Pouco satisfeito	Indiferente	Satisfeito	Muito satisfeito

- b. No caso de ter respondido «1», «2» ou «3» na pergunta 3.a., identifique as lacunas existentes (se possível, sem entrar em detalhes classificados).

3.2 Atualizações

- a. No âmbito do programa MLU (M tapes e S tapes) os sistemas de GE têm sofrido atualizações?
- b. No caso de ter respondido “sim” na alínea anterior indique de que tipo e em que sistemas?
- c. Classifique, usando a escala abaixo, qual o seu grau de satisfação face a estas atualizações (caso tenham existido):

1	2	3	4	5
Nada satisfeito	Insatisfeito	Indiferente	Satisfeito	Muito satisfeito

- d. No caso de ter respondido «1», «2» ou «3» na pergunta 3.e., identifique as lacunas existentes (se possível, sem entrar em detalhes classificados).

3.3 Contramedidas

- a. Que tipo de contra medidas existem para fazer face à ameaça RF e EO?

- b. Na sua percepção, e utilizando a escala abaixo indicada, classifique o grau de suficiência face à ameaça atual RF e EO:

i) Ameaça RF:

1	2	3	4	5
Nada suficiente	Pouco suficiente	Indiferente	Suficiente	Muito suficiente

ii) Ameaça EO:

1	2	3	4	5
Nada suficiente	Pouco suficiente	Indiferente	Suficiente	Muito suficiente

- c. No caso de ter respondido «1», «2» ou «3» na pergunta 3.h, e sem particularizar qualquer ameaça, refira o porquê da insuficiência que indicou (se possível, sem entrar em detalhes classificados).

3.4 Fiabilidade/Prontidão

- a. Durante o voo, existem muitas avarias nos sistemas de GE?
- b. Qual o sistema com maior incidência de falhas?
- c. As falhas são reportadas à manutenção? Se não, porquê?
- d. Tem conhecimento das causas associadas à avaria desses sistemas? Se não tem, diga porque razão, tendo em conta a relevância dos mesmos para a missão.
- e. Quantas vezes teve que cancelar/abortar uma missão (real ou treino) por:
- i) Falha dos sistemas de GE em voo (abortar missão)?
 1. Qual o sistema?
 2. E qual a razão?
 - ii. Falta de prontidão/suficiência dos mesmos (cancelar missão)?
 1. Qual o sistema?
 2. E qual a razão?
- f. Além de dos aspetos mencionados (grau de proteção, atualizações, contramedidas, fiabilidade/prontidão) relacionados com os sistemas de GE,

indique outro(s) que, na sua opinião, esteja associado à sua confiança para operar contra a ameaça real. Justifique.

4. Exploração dos sistemas de GE

4.1 Suporte – Programação dos sistemas de GE

- a. Na sua opinião, o software operacional (LA/MDF) desenvolvido pelo CGE, e que é instalado nos sistemas de GE, cumpre os requisitos pretendidos pelas esquadras (201 e 301)? Se não, porquê?
- b. Os prazos para entrega das LA/MDF por parte do CGE são cumpridos? Se não, porquê?
- c. Na sua perceção, e usando a escala abaixo, classifique o grau de confiança relativamente ao software operacional desenvolvido pelo CGE, que é carregado nos sistemas de GE:

1	2	3	4	5
Nenhuma confiança	Confiança parcial	Indiferente	Bastante confiança	Muita confiança

- d. No caso de ter respondido «1», «2» ou «3» na pergunta 4.c, indique se a desconfiança está relacionada com algum dos seguintes fatores, e explique porquê:
 - i) Qualificação dos elementos do CGE;
 - ii) Bases de Dados de GE utilizadas;
 - iii) Outro fator. Indique qual:

4.2 Suporte – Quando em destacamento

- a. Dada a capacidade de reprogramação dos sistemas de GE, no terreno, mesmo quando destacados fora do território nacional, considera que é uma mais valia/contributo para sua confiança em operar contra a ameaça real, a presença de elementos do CGE para suporte? Se sim, porquê?
- b. Nas missões em que participou, houve sempre apoio na área da GE relativamente à reprogramação/correção das LA/MDF? Se não, porquê?

4.3 Formação/cursos

- a. Durante o seu percurso como piloto, desde a AFA até chegar à qualificação atual, teve ou recebeu alguma formação sobre GE? Se sim quais?
- b. Na sua opinião, e utilizando a escala abaixo indicada, classifique o seu grau adequação para a compreensão e operação dos sistemas de GE?

1	2	3	4	5
Nada inadequado	Pouco adequado	Indiferente	Adequado	Muito adequado

- i) No caso de ter respondido «1», «2» ou «3» na pergunta 4.h., refira o porquê da inadequação em cada formação que indicou, caso aplicável.
- c. No caso de ser Oficial de GE da esquadra, considera que a formação que detém sobre GE é suficiente para cumprir com as responsabilidades inerentes a esta função? Se não, porquê? Que lacunas identifica?
- d. De acordo com o MCA-503 (Qualificação no F-16MLU), e utilizando a escala abaixo indicada, classifique quanto à sua satisfação relativa à quantidade de missões previstas para exploração dos sistemas de GE:

1	2	3	4	5
Nada satisfeito	Pouco satisfeito	Indiferente	Satisfeito	Muito satisfeito

- i) No caso de ter respondido «1», «2» ou «3» na pergunta 4.k., refira o porquê da sua insatisfação.

4.4 Participação em exercícios

- a. Da sua experiência, considera que os exercícios nacionais atualmente existentes (RT, Hot Blade, etc.), potenciam a exploração dos sistemas de GE? Se não, porquê (limitações)?
- b. Além da NATO, que organiza Trials dedicados à GE (Trial Embow e Trial Mace) existem também carreiras de GE (EW), como por exemplo a Polygone (Alemanha) e a Spadeadam (UK):
- i) É usual participar nos mesmos? Se não, porquê?
- c. Na sua opinião, utilizando a escala abaixo, classifique a importância da participação nos eventos mencionados para aumentar a sua confiança nos sistemas de GE e em operar em cenários com ameaça real:

1	2	3	4	5
Nada importante	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante

- i) Independentemente da sua resposta à questão 4.n.ii, refira porquê.
- d. Considera que a participação em exercícios internacionais, tais como Red Flag, Green Flag, contribuem para aumentar a confiança na GE para operar contra a ameaça atual? Porquê?
- e. Que tipo de exercícios considera essencial participar para aumentar a sua confiança na exploração dos sistemas de GE em cenários com ameaça real?

4.5 Simulador

- a. No atual simulador do F-16, é possível simular os sistemas de GE? Se não porquê, e qual o impacto na sua preparação enquanto piloto operacional, face à ameaça atual?

Muito obrigado!